

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-076452

(43)Date of publication of application : 14.03.2000

(51)Int.Cl. G06T 7/00
G06F 17/50
G06T 17/40
// G07F 17/00

(21)Application number : 10-243424

(71)Applicant : MINOLTA CO LTD

(22)Date of filing : 28.08.1998

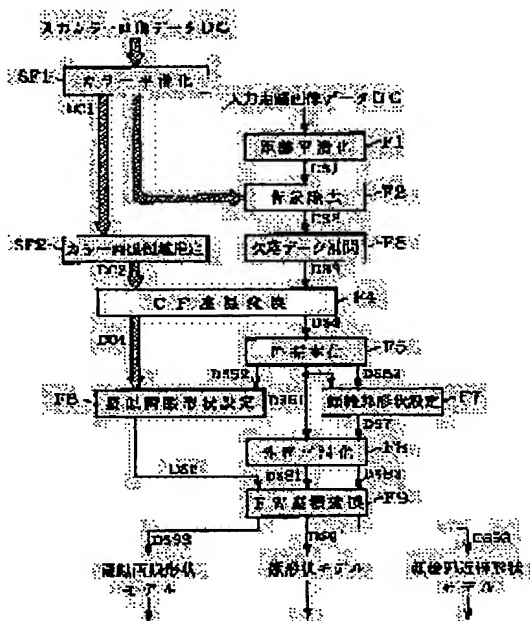
(72)Inventor : FUJIWARA KOJI

(54) THREE-DIMENSIONAL SHAPE DATA PROCESSOR AND THREE- DIMENSIONAL MODEL GENERATING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the data processing load and to improve three-dimensional shape data by setting a parts having a comparatively high degree of attention at a resolution higher than other parts among those object parts and then generating and outputting the three-dimensional shape data.

SOLUTION: A data processor performs the smoothing of the outer circumference of face shape data DS51 and face outline vicinity shape data DS7. The data processor performs the coordinate transformation of the face shape data DS81 undergone the outer circumference smoothing, the face outline vicinity shape data DS83 and the pseudo both-eye shape data DS6 so as to turn these data into the shape data accordant with the actual size of a work that machines the face surface. Thus, it is possible to finally obtain the face shape data DS91 which produce a face shape model, the pseudo both-eye shape data DS92 which produce a pseudo both-eye model with high resolution and the face outline shape data DS93 which produce a face outline vicinity shape model with higher resolution.



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2000-76452

(P 2000-76452 A)

(43) 公開日 平成12年3月14日 (2000. 3. 14)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 0 6 T	7/00	G 0 6 F 15/62	4 1 5 3E048
G 0 6 F	17/50	G 0 7 F 17/00	Z 5B046
G 0 6 T	17/40	G 0 6 F 15/60	4 0 0 K 5B050
// G 0 7 F	17/00		6 0 1 C 5B057
			6 1 0 C
審査請求 未請求 請求項の数 2		O L	(全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-243424

(22) 出願日 平成10年8月28日 (1998. 8. 28)

(71) 出願人 000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル

(72) 発明者 藤原 浩次

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

(74) 代理人 100089233

弁理士 吉田 茂明 (外2名)

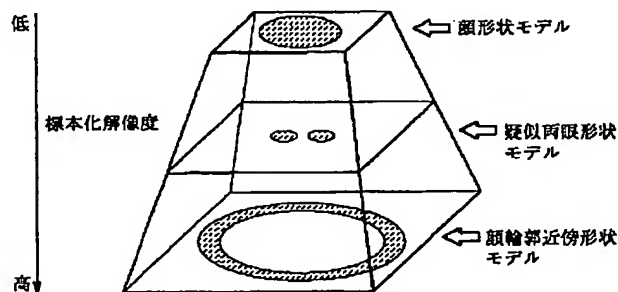
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 3次元形状データ処理装置及び立体模型作成装置

(57) 【要約】

【課題】 人の顔面形状を与える3次元形状データの改善を図る。

【解決手段】 顔の部品毎に解像度を設定することで3次元形状データを作成する。即ち、顔面の部品中、両眼及び顔輪郭近傍を表わす形状データの再標本化解像度を、顔形状を与えるデータのそれよりも高く設定する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 対象物の 3 次元画像データを入力して当該 3 次元画像データより前記対象物の 3 次元形状データを生成・出力する 3 次元形状データ処理装置であって、前記対象物の部品の中で注目度の比較的高い部品を他の部品よりも高解像度に設定して前記 3 次元形状データを生成・出力することを特徴とする、3 次元形状データ処理装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載の前記 3 次元形状データ処理装置を用いて前記対象物の立体模型を作成することを特徴とする、立体模型作成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば実存する物体ないしは対象物（例えば人の顔面）の模型を作成する立体模型作成装置に適用可能な、3 次元形状データ処理技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】例えば特開平 9-145319 号公報に開示されるような可搬型の非接触式 3 次元計測装置（3 次元カメラ）が商品化され、CG システムや CAD システムへのデータ入力、身体計測、ロボットの視覚認識などに利用されている。非接触の計測方法としては、スリット光投影法（光切断法）が一般的であるが、他にもパターン光投影法、ステレオ視法、干渉縞法などが知られている。

【0003】また、パーソナルコンピュータで利用可能な 3 次元 CG（コンピュータグラフィック）ソフトウェア、及びホビー用の小型の 3 次元切削マシンが市販されている。これらを用いれば、一般家庭でも模型や創作物を手軽に製作することができる。

【0004】一方、利用客の顔写真シールをその場で作成する一種の自動販売機が人気を集めている。利用客は料金分の硬貨を投入し、モニタ画面を見ながらカメラの前で好みのポーズをとる。そして、所定の操作を行うと、一定数のシールが並んだシートが作成されて取出口に排出される。大半の機種では、顔写真の形状や写し込み模様などについて複数の選択肢が設けられている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上述の 3 次元計測装置によれば、写真をとると同程度の手軽さで人体を含む各種物体の形状をデータ化することができる。非接触式であるので、人体を計測する場合であっても、計測対象物が煩わしさを感じることはない。そこで、この 3 次元計測装置を顔写真ならぬ顔面模型の作成に利用することが考えられる。つまり、3 次元計測装置を 3 次元加工機と組み合わせれば、人物の顔を計測して、その 3 次元計測データを 3 次元形状データに処理し、この形状データに基づき、その場で適当な倍率の顔面模型を作成することが可能である。

【0006】ところで、人物の顔面を構成する目、鼻、口等の各部分（以下、これを顔面の部品と称す）の中には、その人の顔を眺めることでその人を認識するに際して特に注目度の高い部品がある。そのような顔面の部品中で特に注目度の高い部品の一例としては、“目”を挙げることができる。即ち、人は自己又は他人の顔面を見て自己又は他人を認識するに際しては、先ず目に注目する筈である。従って、人が自己又は他人の顔面模型を見て当該顔面模型がその人を表わしていることを認識する際にも、当該顔面模型中の目の部分に注目がいくものと考えられる。そこで、顔面模型の目の部分の見栄えが損なわれないように顔面模型を作成することが望まれる。

【0007】更に顔の輪郭近傍部分は、人が顔面模型を眺めて対象人物であることを認識するに際して注目度の比較的高い部品の一つであると言える。従って、顔の輪郭近傍部分もまた、目を除く他の部品よりも精度よく再現するように、顔面模型を作成することが望まれるのである。

【0008】以上の通り、特に注目度の高い部品が顔面模型においても同様に特に人の高い注目を引くように、対象人物の顔面の 3 次元計測データ（距離画像データ）に基づいて顔面模型を与える 3 次元形状データを作成する必要性がある。

【0009】ところで、従来より公知のコンピュータグラフィックの分野では、形状の複雑さに応じて、即ち、形状の凹凸の度合いに応じて画像データの解像度を変えることが行われている。しかし、ここで問題としている目や輪郭等の特に注目度の高い部品においては凹凸があまり無いので、上記の公知技術を用いても特に注目度の高い部品の存在は解像度の設定に対して何ら反映されないこととなり、上述した要求を満足することができないのである。

【0010】本発明はこのような懸案事項を克服すべくなされたものであり、その目的とするところは、対象物の中で視覚上、特に注目度の高い部品の特徴を 3 次元形状データに反映可能にして、対象物の模型の形状の見栄えを著しく改善することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】請求項 1 に係る発明は、対象物の 3 次元画像データを入力して当該 3 次元画像データより前記対象物の 3 次元形状データを生成・出力する 3 次元形状データ処理装置であって、前記対象物の部品の中で注目度の比較的高い部品を他の部品よりも高解像度に設定して前記 3 次元形状データを生成・出力することを特徴とする。

【0012】請求項 2 に係る発明は、立体模型作成装置において、請求項 1 記載の前記 3 次元形状データ処理装置を用いて前記対象物の立体模型を作成することを特徴とする。

【0013】

【発明の実施の形態】本発明の3次元形状データ処理装置は、対象物の部品毎に個別に解像度を設定する、即ち、部品中、注目度の比較的高い部品の解像度をその他の部品よりも高く設定して3次元形状データを生成することに、特徴点を有する。

【0014】以下、本発明に係る3次元形状データ処理装置を、人の顔面模型を作成するための立体模型作成装置に適用する形態について説明する。即ち、ここでは、「対象物」を人の顔面とし、「入力3次元画像データ」を顔面の3次元画像データ（距離画像データ）に限定すると共に、顔面の部品中、①両眼と②顔の輪郭近傍部分とを特に注目度の高い部品として選定し、上記①、②の部品を他の部品と区別してデータ処理する場合について説明する。勿論、「対象物」は人の顔面に限られるものではなく、例えば動物の顔等、立体模型作成の対象物となり得るものであるならば、「対象物」として全て可能である。

【0015】（立体模型装置の構成）図1は本発明に係る立体模型作成装置1の外観図である。

【0016】立体模型作成装置1は、物体形状を計測し、その計測データに基づいて素材をその場で加工する機能を有しており、利用客の顔をかたどった小物品の自動販売機として使用される。作成される物品は、所定形状（例えば四角形）の板面から顔面の模型が突き出た立体である。板面（背景部分）に特定の起伏模様を付加することも可能である。このような物品に適当な金具を取り付ければ、ペンダント、ブローチ、キーホルダなどのアクセサリとなる。予め素材に金具を取り付けておいてもよい。

【0017】ほぼ等身大の筐体10の上半部の前面に、利用客がポーズを確認するためのディスプレイ16とともに、光学式3次元計測のための投光窓12及び受光窓14が設けられている。受光窓14は2次元のカラー撮影にも用いられる。筐体10の下半部は上半部よりも前方側に張り出しており、その上面が操作パネル18となっている。商品の取出口20は下半部の前面に設けられている。

【0018】利用役は立体模型作成装置1に向かって立ち、料金分の硬貨を投入する。その後利用客がスタート操作を行うと、立体模型作成装置1は正面の一定範囲内に存在する物体の形状を計測するとともに、計測結果を示す3次元形状モデル（例えばサーフェスモデル）を表示する。そして、利用客が構図の決定を指示する確認操作を行うと、立体模型作成装置1は計測結果に応じた3次元加工を開始する。数分程度の時間で商品が完成する。利用客は取出口20から商品を取り出す。

【0019】図2は操作パネル18の平面図である。

【0020】操作パネル18には、スタートボタン181、確認ボタン182、キャンセルボタン183、ジョイスティック184、及び硬貨の投入口185が設けら

れている。スタートボタン181はスタート操作手段であり、確認ボタン182は確認操作手段である。ジョイスティック184は模型の構図の変更指示に用いられる。左右に傾けるバーン操作、上下に傾けるチルト操作、及びノブを回転させるロール操作に呼応して3次元形状モデルの回転処理が行われ、処理結果が逐次に表示される。また、キャンセルボタン183は、利用客が表示された3次元形状モデルが気に入らないときなどに再計測を指示するための操作手段である。ただし、キャンセルボタン183には有効回数が設定されており、無制限に再計測を指示することはできない。

【0021】図3は立体模型作成装置1の機能ブロック図である。

【0022】立体模型作成装置1は、模型サイズの3次元形状モデルを生成するモデリングシステム1Aと、3次元形状モデルを顕在化する加工システム1Bから構成されている。

【0023】モデリングシステム1Aは、オリジナル物体（対象物）である利用客の外観情報（ここでは顔面の形状及び色の情報）をデジタルデータに変換（データ化）する撮影システム30を含んでいる。即ち、撮影システム30は、スリット光投影法で対象物の形状情報をデータ化して、3次元の距離画像データ（3次元画像データ）DSを出力する3次元計測装置34、対象物の色情報をデータ化して2次元のカラー画像データDCを出力する2次元撮影装置36、及びコントローラ38より構成されている。

【0024】ここで、距離画像データDSはXYZの直交座標系における座標値として与えられるデータであり、3次元計測装置34内の計測基準点から対象物の当該計測点までの距離情報を与えるものである。同データDSには、対象物からの反射光の計測データが得られたか否かを示すフラグも入っている。他方、カラー画像データDCは各画素の3原色データ、即ちR（レッド）、G（グリーン）、B（ブルー）より成るデータである。例えば撮影システム30を特開平9-145319号公報に開示されている3次元カメラで以て構成するときには、3次元計測と2次元撮影とを同一視点で行うことができるので、3次元距離画像データDSと2次元カラー画像データDCとの対応付けを極めて容易に行うことができる。勿論、そのような3次元カメラを用いた同一視点による両データDS、DCの取得を行わない場合でも、両データDS、DCには視点情報が付加されており、且つ3次元計測と2次元撮影とのカメラ座標の相対関係は既知であるので、両データDS、DCの対応付けを行うことは一般的に容易である。このような両データDS、DCは、後述するデータ処理装置40に入力される。

【0025】尚、3次元計測法としては、既述のスリット光投影法に代えて、他の手段を用いても勿論良い。

【0026】データ処理装置40は図示しない画像処理回路を備えており、本発明に特有のデータ修正を含む各種のデータ処理を行う、本発明の中核部分である。データ処理装置40のコントローラ42は、立体模型作成装置1の全体的な制御をも担い、撮影システム30のコントローラ38及び加工システム1Bのコントローラ76に適切な指示を与える。このコントローラ42には、ディスプレイ16及び操作入力システム80が接続されている。操作入力システム80は、上述の操作パネル18と料金受領機構とからなる。

【0027】一方、加工システム1Bは、樹脂ブロックなどの材料を切削する加工装置72、材料の加工位置への供給と加工品の取出口20への搬送を行う材料供給装置74、コントローラ76、及び取出口センサ78を備えている。取出口センサ78の検出信号はコントローラ42に入力される。

【0028】なお、撮影システム30及び加工システム1Bの制御をコントローラ42に受け持たせ、コントローラ38及びコントローラ76を省略した回路構成を採用してもよい。

【0029】(立体模型作成装置の動作) 図4は概略の動作を示すメインフローチャートである。

【0030】電源が投入された後、利用客による操作を持つ待機期間において、2次元撮影と撮影結果の表示とを繰り返す(#10、#12、#14)。また、定期的に案内メッセージを表示する。料金が投入されてスタートボタン181が押されると、改めて2次元撮影を行うとともに3次元計測を行う(#16、#18)。所定のデータ処理を行い(#20)、得られた3次元形状モデルを表示する(#22)。このとき、影を付すといった公知のグラフィック手法を適用して見栄えを高める。そして、指示操作を持つ。ただし、待ち時間は有限であり、次元を過ぎれば確認操作が行われたものとみなす。

【0031】ジョイスティック184が操作されると、上述のように3次元形状モデルを操作に応じて回転させて表示する(#24、#38)。キャンセルボタン183が押されると、待機期間の動作に戻る(#40、#10)。ただし、この場合、利用客が料金を改めて投入する必要はなく、スタートボタン181を押せば、再計測が行われる。

【0032】確認ボタン182が押されると(#26)、3次元形状モデルに基づいて加工条件データベースを参照して加工制御用のデータを生成し(#28)。材料の加工を行う(#30)。加工が終わると、商品を排出し(#32)、取出口センサ78によって商品が取り出されたのを確認して待機動作に戻る(#34、#10)。

【0033】(顔面形状処理機能) 図5は、図4のデータ処理#20の詳細を示すためのデータフロー図である。同図5において、ハッチング付きの太矢印線は図3

の入力カラー画像データDCの流れを示しており、又、各機能F1~F9、SF1及びSF2は3次元形状データを生成するために図3のデータ処理装置40で行われるデータ処理機能を示している。特に機能SF1及びSF2は、3次元形状データ中、顔面の両眼形状モデルのデータを作成するための前処理機能に該当している。以下、各機能F1~F3、SF1、SF2、F4~F9をこの順序で説明することにするが、本発明の中核をなす機能は機能F5~F7である。

10 【0034】距離平滑化機能F1

先ず、図3の3次元計測装置34が出力する未加工の3次元形状データである距離画像データDSをデータ処理装置40は入力し、同装置40はこの入力距離画像データDSに対してノイズ除去を行う。

【0035】背景除去機能F2

次にデータ処理装置40は、ノイズ除去後の距離画像データDS1に対して、顔面領域を与えるデータの抽出処理を行う。即ち、同装置40は、後述するカラー平滑化後のカラー画像データDC1が与えるカラー画像中の顔面領域を3次元の距離画像データDS1に対応付けることにより、背景データが除去された顔面領域のみを与える距離画像データDS2を生成する。ここで「顔面領域」とは、髪の毛、耳及び顎の下部分を除いた顔の領域を言う。

【0036】欠陥データ補間機能F3

更にデータ処理装置40は、背景除去後の距離画像データDS2中のデータ欠落部分に対して線形補間を行う。これは、次の理由①、②による。即ち、図3の3次元計測装置34から計測用のレーザ光を対象物に照射してその反射光を計測する際、①対象物の黒色部分ではレーザ光の反射率が著しく低下するため、顔面中の黒色部分(黒目部分、眉等)のデータが欠落すると共に、更に、②上記計測方式では、対象物中、投光側及び受光側の両方から見える部分だけのデータが得られるだけなので、そうでない部分のデータが欠落してしまう。そこで、これらの欠落部分の距離画像データを計測データより補間している。

【0037】カラー平滑化機能SF1

図3のデータ処理装置40は、入力カラー画像データDCに対してノイズ除去処理を実行する。

【0038】カラー両眼領域推定機能SF2

データ処理装置40は、ノイズ除去後の2次元カラー画像データDC1より両眼部分の領域を与える2次元のデータDC2を抽出する。ここで両眼領域の抽出処理を行うのは、既述した通り、距離画像データから両眼の形状モデルを作成するためである。そして、両眼の形状モデルを3次元形状データの1つとして作成するのは、目が人の顔を認識する際の本質的な部分であるところ、両眼(黒目部分)には凹凸形状が無い反面、両眼には色の変化があるため、この輝度の情報を奥行きないしは深さ

(凹凸) の情報として顔面模型に反映させるためにある。

【0039】CF (Camera Face) 座標変換F4

データ処理装置40は、3次元の距離画像データDS3及び2次元の両眼領域データDC2に対してCF座標変換を施すことにより、3次元の両データDS4及びDC4を生成する。即ち、同装置40は、距離画像データDS3及び両眼領域データDC2がそれぞれ与える人の顔形状及び両眼形状が丁度カメラに対して真正面に向けた状態となるように、座標変換(正対処理)を行う。これにより、カメラ中心の座標系で表現されていた両データDS3及びDC2は、以後、顔中心の座標系で表現されることとなる。

【0040】再標本化機能F5

データ処理装置40は、CF座標変換後の距離画像データDS4に対して再標本化ないしは均等化というデータの座標変換処理を行う。即ち、図3の3次元計測装置34はレーザ光を対象物上に走査してその反射光を受光レンズを通した受光素子配列により計測することでそれぞれの受光素子に対応する視線上の距離データを得ているので(透視透映)、同装置34の受光素子上の隣合う画素に対応する対象物上の観測点同士の距離は異なる。このため、計測される距離画像データは、図6に記号C1として例示される様に、不規則に画素が並んだデータとなる。しかし、このようなデータを3次元形状データとして用いて顔面模型を加工することは、切削上好ましいとは言えない。そこで、図6に記号C2として例示する様に、データDS4を、ある平面に平行投影したときに平面上で均等間隔で画素が配置されるようなデータに変換する必要がある。即ち、データDS4を、ある新たな方向から平行投影した等間隔の格子点により整列されたデータに変換する。その際、格子点が射影された位置に計測データ、即ち、変換前のデータDS4がない場合には、その周囲のデータDS4より線型補間してデータを生成する。このような座標変換を「再標本化」又は「均等化」と称する。そして、ここでは、再標本化に際して3つの異なる(標本化)解像度で以て形状データを生成する。このときの処理手順を図7に示す。

【0041】図7のステップS1において、まず、データ処理装置40は、図6に例示する上記の再標本化の変換を行うと共に、その際に第1解像度で距離画像データをサンプリングする。この処理を第1再標本化ないしは第1解像度による第1メッシュ化と称す。これにより、人の顔形状モデルを与えるための第1形状データDS51が生成される。

【0042】次に、図7のステップS2において、データ処理装置40は、第1解像度よりも高解像度の第2解像度で以てサンプリングを行い、疑似両眼形状モデルを作成するための第2形状データDS52を生成する。この処理を第2再標本化ないしは第2解像度による第2メ

ッシュ化と称す。

【0043】更に、データ処理装置40は、ステップS3において、第2解像度よりも高解像度の第3解像度で以て距離画像データのサンプリングを行い、顔輪郭近傍形状モデルを作成するための第3形状データDS53を生成する。ここでは、当該処理を第3再標本化ないしは第3解像度による第3メッシュ化と称す。

【0044】以上の3つのステップS1～S3によって、3種類の解像度(第1解像度<第2解像度<第3解像度)でサンプリングされた3つの3次元形状データDS51～DC53が与えられる。

【0045】疑似両眼形状設定機能F6

データ処理装置40は、第2解像度でメッシュ化されて得られた第2形状データDS52に両眼領域データDC4を対応付けることで第2形状データDS52の中から両眼部分以外の部分を与えるデータを除去し、更に除去後の形状データに対して両眼領域データDC4が与える両眼の奥行き(凹凸)情報を付加する。これにより、第2解像度で再標本化された、両眼形状の奥行きを与える疑似両眼形状データDS6が生成される。

【0046】顔輪郭形状設定機能F7

データ処理装置40は、第3形状データDS53が与える形状モデル中、顔形状データである第1形状データDS51が与える形状モデルと重複した部分のデータの削除を行い(差分処理)、第3解像度で再標本化された顔輪郭形状データDS7を生成する。

【0047】図8は、以上のデータ処理によって生成される各形状データDS51、DS6及びDS7がそれぞれ与える形状モデル間の解像度に関する相対関係を示したものである。

【0048】外周平滑化機能F8

データ処理装置40は、顔形状データDS51及び顔輪郭近傍形状データDS7に対して外周平滑化を行う。即ち、顔面中、傾斜のある部分では距離画像データの変化が大きいため、かかる傾斜面を顔面模型に顕出させる際に切削位置がバラツキやすいという問題が生ずる。そこで、横方向から顔面模型を眺めても傾斜面部の切削位置が平滑化するように、両データDS51、DS7を修正する。

【0049】FW (Face Work) 座標変換機能F9

最後にデータ処理装置40は、外周平滑化後の顔形状データDS81及び顔輪郭近傍形状データDS83、並びに疑似両眼形状データDS6に対して、これらのデータが顔面を加工するワークの実際の大きさに応じた形状データとなるように、座標変換を施す。これにより、①顔形状モデルを与える顔形状データDS91、②疑似両眼形状モデルを高解像度で与える疑似両眼形状データDS92、及び③更なる高解像度で顔輪郭近傍形状モデルを与える顔輪郭近傍形状データDS93が、最終的に得られる。本実施の形態では、これらの形状データDS9

1, DS92及びDS93を「3次元形状データ」とも総称する。

【0050】(変形例) 上述した実施の形態では、互いに異なる3つの解像度を設定して再標本化処理を先ず行った上で、次に不要部分のデータを除去することで疑似両眼形状データ及び顔輪郭近傍形状データを得たが、形状データの作成順序を逆転させても良い。即ち、先ず顔形状モデルを与える距離画像データから不要部分を除去して両眼部分のみ及び輪郭近傍部分のみを与えるデータをも作成しておき、これらの3つのデータのそれぞれに

10

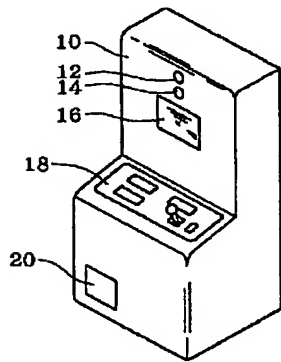
【0051】

【発明の効果】請求項1及び2に係る発明によれば、対象物中、注目度の高い特定の部品だけを高解像度で以て3次元形状データを生成することができるので、データ

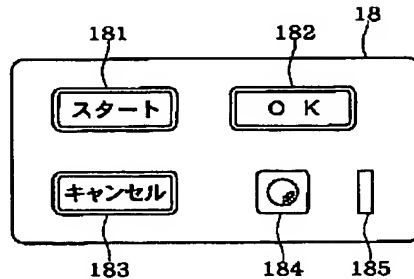
20

処理における負荷を最小限に抑えつつ3次元形状データの著しい改善を図ることができるという効果を奏する。

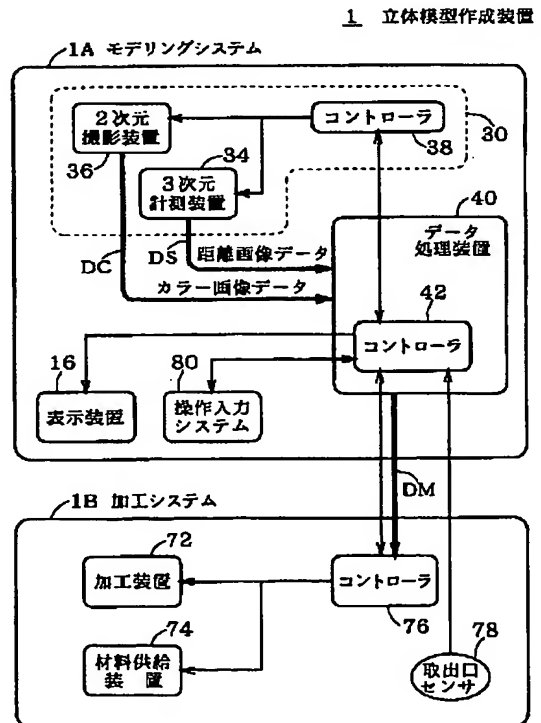
【図1】



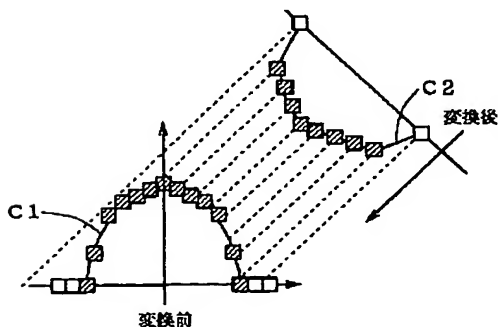
【図2】



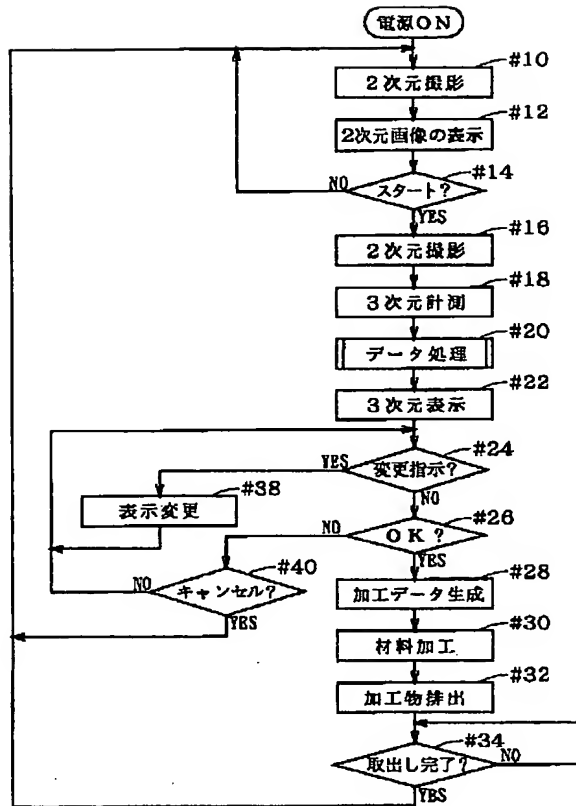
【図3】



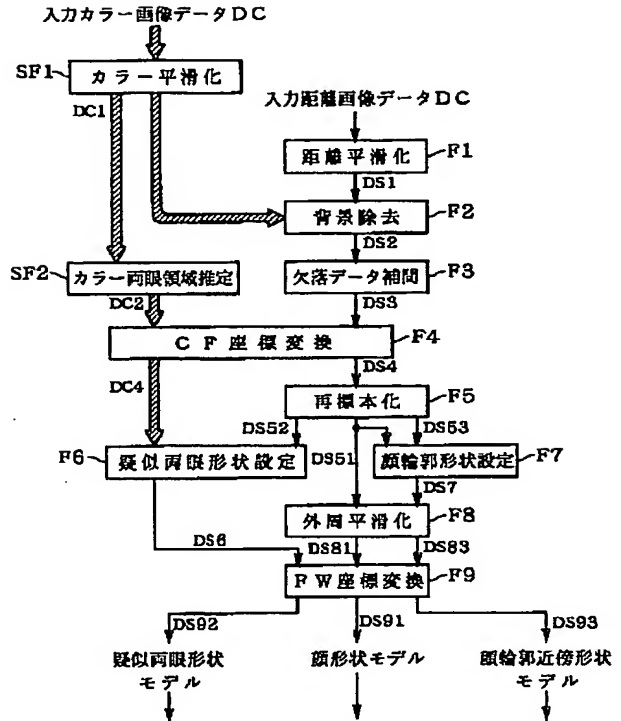
【図6】



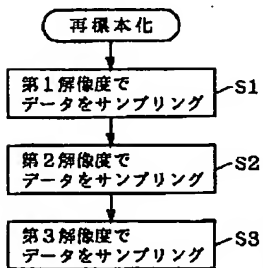
【図 4】



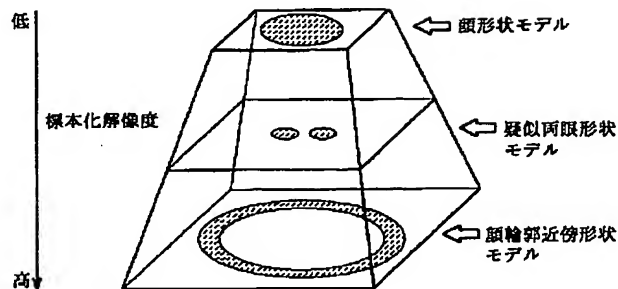
【図 5】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷

識別記号

F I
G 0 6 F 15/62

テーマコード(参考)

3 5 0 K

Fターム(参考) 3E048 AA10 BA01 BA06
5B046 AA05 CA04 FA20
5B050 AA09 AA10 BA04 BA09 BA12
EA30 FA01
5B057 AA01 BA02 CA01 CA08 CA12
CB01 CB13 CB20 CC01 CE20